

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-223367

(43)Date of publication of application : 17.08.2001

(51)Int.Cl.

H01L 29/786
H01L 21/336
G02F 1/1368
H01L 21/20

(21)Application number : 2000-391459

(71)Applicant : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD

(22)Date of filing : 20.06.1994

(72)Inventor : ADACHI HIROKI
TAKEUCHI AKIRA
FUKADA TAKESHI
UEHARA HIROSHI
TAKEMURA YASUHIKO

(30)Priority

Priority number : 05204773 Priority date : 27.07.1993 Priority country : JP

(54) METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing a semiconductor device indicating superior characteristics on a substrate where heat-resistance is poor.

SOLUTION: In a method for manufacturing a semiconductor device, an amorphous silicon film is formed on a substrate having an insulation surface, and the amorphous silicon film is crystallized to pattern, and an insulation film is formed on the patterned silicon film. A gate electrode is formed on the insulation film, impurities are doped in the patterned silicon film, and beams ranging from near infrared rays to visual lights are irradiated on the patterned silicon film.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3408242

[Date of registration] 14.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-223367
(P2001-223367A)

(43) 公開日 平成13年8月17日 (2001.8.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 29/786		H 0 1 L 21/20	
21/336		29/78	6 1 6 L
G 0 2 F 1/1368		G 0 2 F 1/136	5 0 0
H 0 1 L 21/20			

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-391459 (P2000-391459)
(62) 分割の表示 特願平10-215627の分割
(22) 出願日 平成6年6月20日 (1994.6.20)

(31) 優先権主張番号 特願平5-204773
(32) 優先日 平成5年7月27日 (1993.7.27)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地
(72) 発明者 安達 広樹
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内
(72) 発明者 武内 晃
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内
(72) 発明者 深田 武
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57) 【要約】

【課題】 耐熱性の劣る基板上に良好な特性を示す半導体装置を作製する方法を提供する。

【解決手段】 半導体装置の作製方法であって、絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させて、パターニングし、パターニングした珪素膜上に絶縁膜を形成し、前記絶縁膜上にゲイト電極を形成し、前記パターニングした珪素膜中に不純物をドーピングし、前記パターニングした珪素膜に近赤外光から可視光にかけての光を照射することを特徴とする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させて、パターンニングし、パターンニングした珪素膜上に絶縁膜を形成し、前記絶縁膜上にゲイト電極を形成し、前記パターンニングした珪素膜中に不純物をドーピングし、前記パターンニングした珪素膜に近赤外光から可視光にかけての光を照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項2】 前記近赤外光から可視光にかけての光は、波長0.5 μ mから波長4.0 μ mの光である請求項1に記載の半導体装置の作製方法。

【請求項3】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させて、パターンニングし、パターンニングした珪素膜上に絶縁膜を形成し、前記絶縁膜上にゲイト電極を形成し、前記パターンニングした珪素膜中に不純物をドーピングし、前記パターンニングした珪素膜をランプアニールすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項4】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜の結晶化を助長する元素を前記非晶質珪素膜に添加し、前記元素を添加した前記非晶質珪素膜を加熱して、パターンニングし、パターンニングした珪素膜上に絶縁膜を形成し、前記絶縁膜上にゲイト電極を形成し、前記パターンニングした珪素膜中に不純物をドーピングし、前記パターンニングした珪素膜に近赤外光から可視光にかけての光を照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項5】 前記近赤外光から可視光にかけての光は、波長0.5 μ mから波長4.0 μ mの光である請求項5に記載の半導体装置の作製方法。

【請求項6】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜の結晶化を助長する元素を前記非晶質珪素膜に添加し、前記元素を添加した前記非晶質珪素膜を加熱して、パターンニングし、パターンニングした珪素膜上に絶縁膜を形成し、前記絶縁膜上にゲイト電極を形成し、前記パターンニングした珪素膜中に不純物をドーピングし、前記パターンニングした珪素膜をランプアニールすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項7】 前記元素はニッケルである請求項4乃至6のいずれかに記載の半導体装置の作製方法。

【請求項8】 前記元素はFe、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Cu、Zn、Au又はAgである請求項4乃至6のいずれかに記載の半導体装置の作製方法。

【請求項9】 前記基板はガラス基板である請求項1乃至8のいずれかに記載の半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガラス等の絶縁基板、あるいは各種基板上に形成された絶縁性被膜上に設

けられた非単結晶珪素膜を用いた絶縁ゲイト構造を有する半導体装置、例えば、薄膜トランジスタ(TFT)や薄膜ダイオード(TFD)、またはそれらを応用した薄膜集積回路、特にアクティブ型液晶表示装置(液晶ディスプレイ)用薄膜集積回路の作製方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ガラス等の絶縁基板上にTFTを有する半導体装置、例えば、TFTを画素の駆動に用いるアクティブ型液晶表示装置やイメージセンサー等が開発されている。

【0003】これらの装置に用いられるTFTには、薄膜状の珪素半導体を用いるのが一般的である。薄膜状の珪素半導体としては、非晶質珪素半導体(a-Si)からなるものと結晶性を有する珪素半導体からなるものの2つに大別される。非晶質珪素半導体は作製温度が低く、気相法で比較的容易に作製することが可能で量産性に富むため、最も一般的に用いられているが、導電率等の物性が結晶性を有する珪素半導体に比べて劣るため、今後より高速特性を得るためには、結晶性を有する珪素半導体からなるTFTの作製方法の確立が強く求められていた。尚、結晶性を有する珪素半導体としては、多結晶珪素、微結晶珪素、結晶成分を含む非晶質珪素、結晶性と非晶質性の中間の状態を有するセミアモルファス珪素等が知られている。

【0004】これらの珪素膜を用いて絶縁ゲイト構造を得るには、珪素膜表面に何らかの手段によって界面特性の優れた絶縁膜を形成する必要があった。例えば、石英基板のように高温に耐える基板上であれば、熱酸化という手段を用いてゲイト絶縁膜を得ることができた。石英基板は高価であり、かつ、融点が高いために大面積化が困難であるということで、融点が低くてより量産性に優れ、安価な他のガラス材料(例えば、コーニング7059番)を基板として使用することが望まれた。しかし、より安価な基板材料を使用した場合には、熱酸化膜を得るだけの高温に基板が耐えないという問題があった。そのため、より低温で形成できる物理的気相成長法(PVD法、例えばスパッタ法)や化学的気相成長法(CVD法、例えばプラズマCVD法、光CVD法等)によって形成される。

【0005】しかしながら、これらPVD法、CVD法によって作製した絶縁膜はピンホールが多く、また、界面特性も良くなかった。このため、TFTとした場合の電界移動度やサブスレッシュホールド特性値(S値)が、良くないという問題点、あるいはゲイト電極のリーク電流が多く、劣化がひどく、歩留りが低いという問題点があった。特にもともと移動度の小さな非晶質珪素を用いたTFTの場合には、このようなゲイト絶縁膜の特性はあまり問題とならなかったが、移動度の高い結晶性の珪素膜を用いたTFTでは、珪素膜自体よりもゲイト絶縁

膜の特性の方が大きな問題となった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題を解決する手段を提供するものである。すなわち、結晶性珪素膜を用いて、特性、信頼性、歩留りに優れたTF Tの作製方法を提供する場合において、特に基板材料に影響を与えない条件のもとで、ゲイト絶縁膜の作製方法やゲイト絶縁膜の構造を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】本発明は、酸素や酸化窒素、オゾン等の酸化雰囲気なかで、島状の結晶性珪素膜に基板材料に対して影響を与えない波長、持続時間の強光を照射し、あるいは、基板材料に対して影響を与えない温度で島状の結晶性珪素膜を熱アニールすることによって、その表面に薄い酸化珪素膜（熱酸化膜）を形成し、さらに、これを覆って、公知のPVD法、CVD法で厚い絶縁膜を形成し、所望の厚さのゲイト絶縁膜とすることを特徴とする。

【0008】本発明において、光を照射する場合には、例えば、近赤外光から可視光にかけての光、好ましくは波長が $4\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ の光（例えば波長 $1.3\mu\text{m}$ にピークを有する赤外光）を用いる場合には、 $10\sim 1000$ 秒程度の比較的短い時間照射し、珪素膜の表面の温度を $900\sim 1200^\circ\text{C}$ に上昇させることが望ましい。この波長の光は、珪素膜には吸収され、基板では実質的に吸収されないため、上記の照射時間であれば、基板に影響を与えずに、珪素膜のみを選択的に加熱できる。

【0009】波長がより短い紫外線を用いる場合には、珪素膜だけでなく、多くの基板材料にも吸収されるので、最適な光の持続時間はより短くなる。例えば、 248nm の波長では $1\mu\text{sec}$ 以下とすることが望まれる。それより長い時間の照射をおこなえば、基板にも相当量の光が吸収され、基板に変形をもたらす。このように、極めて短時間の光の照射においては瞬間的に珪素膜表面の温度が 1000°C を越えるような高温となるような光量を選択する必要がある。また、瞬間的な温度上昇と下降であるので、1回の照射では酸化が十分に進行しないので、複数回の照射をおこなうことが必要である。この場合、得られる酸化膜の厚さは照射回数に依存する。紫外線を光源として、このような極めて短い時間の照射をおこなうには、エキシマーレーザーのようなパルス発振レーザーを用いるのが理想的である。各種エキシマーレーザーはパルス幅が 100ns 以下である。また、本発明においては強光を照射する際に基板温度を最高 600°C 、好ましくは、 400°C まで上昇させてもよい。

【0010】また、本発明において、熱アニールをおこなう場合には、基板にソリや縮み等の影響を与えない温度でおこなうことが望ましく、具体的には、 $400\sim 7$

00°C 、好ましくは $500\sim 600^\circ\text{C}$ の中温の条件でおこなうことが望ましい。一般的には基板の歪み温度（歪み点）以下でおこなうべきであるが、予め基板に熱的な処置をほどこして、内部の歪みエネルギーを開放しておくことによって、歪み温度以上でも縮みを十分に小さくできるので、このような場合には歪み温度以上の温度であってもかまわない。上記の強光の照射あるいは熱アニール後にPVD法やCVD法によって成膜される絶縁膜は一般的には酸化珪素膜であるが、窒化珪素膜や酸化窒化珪素膜であってもよい。

【0011】本発明に用いられる結晶性珪素膜の作製方法は、レーザーやそれと同等な強光の照射による結晶化、あるいは熱アニールによる結晶化いずれでも採用できる。特に、熱アニールによる場合で、ニッケル等の結晶化を助長せしめる金属元素を用いて、通常の固相成長温度よりも低温で結晶化を行う方法を採用した場合には、本発明は新たな効果を生じる。結晶化を助長させる元素としては、8族元素であるFe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Ptを用いることができる。また3d元素であるSc、Ti、V、Cr、Mn、Cu、Znも利用することができる。さらに、実験によれば、Au、Ag、においても結晶化の作用が確認されている。特に上記元素の中で、顕著な効果が得られ、その作用で結晶化した結晶性珪素膜を用いてTF Tの動作が確認されているのがNiである。

【0012】これらの金属を添加された珪素膜は針状に結晶が成長することが観察されている。しかしながら、全面が結晶化してしまうわけではなく、結晶と結晶の間に非晶質もしくはそれと同程度の結晶性の低い領域が取り残される。このような金属元素の添加された珪素膜は針状に結晶が成長し、その幅も被膜の厚さの $0.5\sim 2$ 倍であり、さらに $\langle 111 \rangle$ 方向の成長方向でなく、幅方向、すなわち結晶の側面への成長は少ない。このため、前記非晶質領域は長時間のアニールでも結晶化せず、これをTF Tに用いた場合には特性の劣化が問題となった。ところが、上記の強光を照射する方法を採用した場合には、光エネルギーの一部が結晶成長にも使用され、結晶の側面への成長が促進される。このため、緻密な結晶性珪素膜が得られる。また、強光を照射したのち、再び、熱アニールすることにより、より結晶性を改善せしめてもよい。また、このような強光照射と熱アニールを複数回繰り返してもよい。

【0013】〔作用〕強光を照射して、あるいは中温でのアニールによって得られる熱酸化膜の厚さは、 $20\sim 200\text{\AA}$ 、代表的には 100\AA であるが、公知のPVD法、CVD法による膜とは異なり、ピンホールのない非常に緻密で均一な厚さの膜である。また、珪素膜との界面も理想的な状態である。この熱酸化膜の上にさらに厚い絶縁膜、代表的には酸化珪素膜を重ねるのであるから、ピンホールに起因するリーク電流は小さく、歩留り

の場合は、40～80 kV、例えば 65 kV とする。ドーパ量は $1 \times 10^{15} \sim 8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 、例えば、燐を $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 、ホウ素を 2×10^{15} とした。ドーピングに際しては、一方の領域をフォトリソで覆うことによって、それぞれの元素を選択的にドーピングした。この結果、N型の不純物領域 113 と 115、P型の不純物領域 110 と 112 が形成され、Pチャネル型 TFT (PTFT) の領域と Nチャネル型 TFT (NTFT) との領域を形成することができた。

【0024】その後、レーザー光の照射によってアニールを行った。レーザー光としては、KrFエキシマレーザー（波長 248 nm、パルス幅 20 nsec）を用いたが、他のレーザーであってもよい。レーザー光の照射条件は、エネルギー密度が $200 \sim 400 \text{ mJ/cm}^2$ 、例えば 250 mJ/cm^2 とし、一か所につき 2～10 ショット、例えば 2 ショット照射した。このレーザー光の照射時に基板を $200 \sim 450^\circ\text{C}$ 程度に加熱することによって、効果を増大せしめてもよい。（図 1 (C)）

【0025】また、この工程は、近赤外光によるランプアニールによる方法でもよい。近赤外線は非晶質珪素よりも結晶化した珪素へは吸収されやすく、 1000°C 以上の熱アニールにも匹敵する効果的なアニールを行うことができる。その反面、ガラス基板（遠赤外光はガラス基板に吸収されるが、可視・近赤外光（波長 0.5～4 μm ）は吸収されにくい）へは吸収されにくいので、ガラス基板を高温に加熱することがなく、また短時間の処理ですむので、ガラス基板の縮みが問題となる工程においては最適な方法であるといえる。

【0026】続いて、厚さ 6000 Å の酸化珪素膜 116 を層間絶縁物としてプラズマ CVD 法によって形成した。この層間絶縁物としてはポリイミドを利用してもよい。さらにコンタクトホールを形成して、金属材料、例えば、窒化チタンとアルミニウムの多層膜によって TFT の電極・配線 117、118、119 を形成した。最後に、1 気圧の水素雰囲気中で 350°C 、30 分のアニールを行い、TFT を相補型に構成した半導体回路を完成した。（図 1 (D)）

【0027】上記に示す回路は、PTFT と NTFT とを相補型に設けた CMOS 構造であるが、上記工程において、2 つの TFT を同時に作り、中央で切断することにより、独立した TFT を 2 つ同時に作製することも可能である。本実施例で得られた TFT の特性に関しては、NTFT の移動度は $110 \sim 150 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、S 値は 0.2～0.5 V/桁、PTFT の移動度は $90 \sim 120 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、S 値は 0.4～0.6 V/桁であり、公知の PVD 法や CVD 法によってゲイト絶縁膜を形成した場合に比較して、移動度は 2 割以上高く、S 値は半減した。

【0028】〔実施例 2〕本実施例も相補型 TFT 回路に関するものである。本実施例の作製工程の概略を図 2

に示す。本実施例において、基板 201 としてはコーニング 7059 ガラス基板（厚さ 1.1 mm、 $300 \times 400 \text{ mm}$ ）を使用した。実施例 1 と同様に最初に 640°C で 1 時間アニールした後、 $0.2^\circ\text{C}/\text{分}$ で 580°C まで徐冷した基板を用いた。そして、下地膜 202（酸化珪素）をプラズマ CVD 法で 2000 Å の厚さに形成した。CVD の原料ガスとしては TEOS と酸素を用いた。基板温度は 350°C とした。プラズマ CVD 法の代わりにスパッタ法でもよい。

【0029】この後、LPCVD 法もしくはプラズマ CVD 法で非晶質珪素膜 205 を 500 Å の厚さに形成した。これをパターニングして TFT の活性層 203 を形成した。そして、 450°C で 1 時間脱水素化を行った後、レーザー照射によって結晶化させた。レーザーとしては KrF エキシマレーザー（波長 248 nm）を用い、エネルギー密度 $250 \sim 450 \text{ mJ/cm}^2$ のレーザー光を 1 か所につき、2 ショット照射した。レーザー照射は真空中でおこない、基板の温度は $350 \sim 500^\circ\text{C}$ とした。レーザー照射工程の後、基板を酸素雰囲気中で 600°C で 1 時間アニールした。この結果、活性層の表面に $20 \sim 200 \text{ Å}$ 、代表的には $40 \sim 100 \text{ Å}$ の厚さの熱酸化膜 204 が形成された。（図 2 (A)）

【0030】さらにテトラ・エトキシ・シラン（TEOS）を原料として、酸素雰囲気中のプラズマ CVD 法によって、酸化珪素のゲイト絶縁膜（厚さ $70 \sim 120 \text{ nm}$ 、典型的には 120 nm ）206 を形成した。成膜時には TEOS に対して流量比で 3～50% のトリクロロエチレン（TCE）を添加した。基板温度は 350°C とした。こうしてゲイト絶縁膜 205 を形成した。（図 2 (B)）

次に厚さ 6000 Å のアルミニウム膜をスパッタ法で形成し、パターニングを行うことによって、ゲイト電極 206、208 を形成した。そして、実施例 1 と同様にゲイト電極の周囲を陽極酸化物 207、209 で被覆した。

【0031】その後、N 型および P 型の不純物をイオンドーピング法で注入し、自己整合的に P 型ソース領域 210、P 型ドレイン領域 212、N 型ソース領域 213、N 型ドレイン領域 215、チャネル形成領域 211、214 を形成した。そして、KrF レーザー光を照射することによって、不純物導入のために結晶性の劣化した珪素膜の結晶性を改善させた。このときにはレーザー光のエネルギー密度は $250 \sim 300 \text{ mJ/cm}^2$ とした。このレーザー照射によって、この TFT のソース/ドレインのシート抵抗は $300 \sim 800 \Omega/\text{cm}^2$ となった。また、この工程は赤外光のランプアニールによって行ってもよい。（図 2 (C)）

【0032】その後、酸化珪素またはポリイミドによって層間絶縁物 216 を形成し、コンタクトホールを形成して、TFT のソース/ドレイン領域にクロム/アルミ

ニウム多層膜で電極 217、218、219 を形成した。最後に、水素中で 200~400℃ で 2 時間アニールして、水素化をおこなった。このようにして、TFT を完成した。さらにより耐湿性を向上させるために、全面に窒化珪素等でパッシベーション膜を形成してもよい。(図 2 (D))

【0033】〔実施例 3〕図 3 を用いて、本実施例を説明する。まずガラス基板 301 として、コーニング 7059 基板を用い、620~660℃ で 1~4 時間アニールした後、0.1~1.0℃/分、好ましくは、0.1~0.3℃/分で徐冷し、450~590℃ まで温度が低下した段階で取り出した。そして、基板上に下地膜 302 を形成し、さらに、プラズマ CVD 法によって厚さ 300~800 Å のアモルファス (非晶質) 珪素膜 303 を成膜した。そして、厚さ 1000 Å の酸化珪素のマスク 304 を用いて 305 で示される領域に厚さ 20~50 Å のニッケル膜をスパッタ法で成膜した。ニッケル膜は連続した膜状でなくともよい。この後、窒素雰囲気下で 500~620℃、例えば 550℃、8 時間の加熱アニールを行い、珪素膜 303 の結晶化を行った。結晶化は、ニッケルと珪素膜が接触した領域 305 を出発点として、矢印で示されるように基板に対して平行な方向に結晶成長が進行した。(図 3 (A))

【0034】次に、シリコン膜 304 をパターニングして、島状の活性層領域 306 および 307 を形成した。この際、図 3 (A) で 300 で示された領域が、ニッケルが直接導入された領域であり、ニッケルが高濃度に存在する領域である。また、実施例 2 および 3 で示したように結晶成長の先端にも、やはりニッケルが高濃度に存在する。これらの領域は、その間の結晶化している領域に比較してニッケルの濃度が 1 桁近く高いことが判明している。したがって、本実施例においては、活性層領域 306、307 はこれらのニッケル濃度の高い領域を避けてパターニングし、ニッケルの濃度の高い領域は除去した。そして、ニッケルがほとんど存在しない領域に TFT の活性層を形成した。活性層のエッチングは垂直方向に異方性を有する RIE 法によって行った。本実施例の活性層中でのニッケル濃度は、 $10^{17} \sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度であった。その後、実施例 1 と同じ条件で可視・近赤外光の照射をおこない、活性層 306、307 の表面に厚さ 50~150 Å の酸化珪素膜 308 を得るとともに、先の熱アニールによって結晶化した領域の結晶性をさらに向上させた。(図 3 (B))

【0035】その後、実施例 1 と同様にゲイト絶縁膜 309 を成膜し (図 3 (C))、ゲイト電極 310、311 を形成し、P 型と N 型の不純物を導入し (図 3

(D))、層間絶縁物 312 を形成して、これにコンタクトホールを形成し、メタル配線 313、314、315 を形成した。(図 3 (E))

【0036】〔実施例 4〕本実施例の工程の概略を図 6

に示す。本実施例は、酸化雰囲気において島状珪素膜に KrF エキシマレーザー光 (波長 248 nm) を照射することによって、その表面に薄い酸化膜を形成するとともに、珪素膜の結晶化を促進せしめる工程の例である。以下、図 6 を用いて、そのように処理された珪素膜を用いてアクティブマトリクス回路の画素のスイッチングトランジスタを形成する工程について述べる。

【0037】実施例 3 と同様に最初に 640℃ で 1 時間アニールした後、0.2℃/分で 580℃ まで徐冷した基板 601 を用いた。基板上には下地膜 602 (酸化珪素、厚さ 2000 Å)、非晶質珪素膜 603 (厚さ 500 Å) を形成し、また、非晶質珪素膜 603 の表面には熱酸化もしくは過酸化水素水等の酸化剤処理によって、厚さ 10~100 Å の酸化珪素膜を形成しておいた。この状態で、スピコーティング法によって、極めて薄い酢酸ニッケル層 604 を形成した。溶媒としては水もしくはエタノールを用い、酢酸ニッケルの濃度は 10~50 ppm とした。(図 6 (A))

【0038】そして、基板を窒素雰囲気 550℃ で 4~8 時間アニールした。この結果、ニッケルの結晶化促進作用によって、非晶質珪素膜 603 は結晶化した。この結晶化においては、膜の一部に 1~数 μm の大きさで非晶質状態のまま取り残される領域があることが確認されている。

【0039】次に、公知のフォトリソグラフィ法によって珪素膜をエッチングし、島状珪素領域 605 を得た。珪素膜表面に残存していた酸化膜はこの段階で除去した。次に、酸素雰囲気に基板を置き、ここに、KrF エキシマレーザー光を照射した。照射エネルギー密度としては 250~450 mJ/cm²、例えば、300 mJ/cm² とし、1 か所に付き 10~50 ショットを照射した。この結果、10~50 Å の厚さの酸化珪素膜 606 が得られた。レーザーのエネルギー密度、ショット数は得るべき酸化珪素膜 606 の厚さによって選択すればよい。また、このレーザー照射の工程によって、上記の結晶珪素膜中に残留した非晶質領域も結晶し、さらに、珪素膜の結晶性を改善することができた。この工程の後で、再び、上記と同じ条件で熱アニールしてもよい。(図 6 (B))

【0040】つぎにプラズマ CVD 法によって厚さ 1200 Å の酸化珪素膜 607 をゲイト絶縁膜として成膜した。CVD の原料ガスとしては TEOS (テトラ・エトキシ・シラン、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$) と酸素を用い、成膜時の基板温度は 300~550℃、例えば 400℃ とした。(図 6 (C))

【0041】引き続き、スパッタリング法によって、厚さ 3000~8000 Å、例えば 6000 Å のアルミニウム (0.01~0.2% のスカンジウムを含む) を成膜した。そして、アルミニウム膜をパターニングして、ゲイト電極 608 を形成した。

【0042】次に、イオンドーピング法によって、ゲイト電極608をマスクとして、自己整合的にP導電型を付与する不純物を添加した。ドーピングガスとして、ジボラン (B_2H_6) を用い、加速電圧は40~80kV、例えば65kVとした。ドーズ量は $1 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ 、例えば、 $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ とした。この結果、P型の不純物領域609と610が形成された。その後、レーザー光の照射によってアニールをおこなった。レーザー光としては、KrFエキシマレーザー

(波長248nm、パルス幅20nsec)を用いた。10 条件等は実施例1と同じとした。(図6(D))

【0043】続いて、厚さ6000Åの酸化珪素膜611を層間絶縁物としてプラズマCVD法によって形成し、コンタクトホールを形成して、金属材料、例えば、窒化チタンとアルミニウムの多層膜によって、P型不純物領域609に電極・配線612を形成した。さらに、プラズマCVD法によって、厚さ2000~5000Å、例えば、3000Åの窒化珪素膜613をパッシベーション膜として形成し、これと酸化珪素膜611をエッチングして、不純物領域610にコンタクトホールを形成した。最後に、透明導電材料であるインディウム錫酸化物被膜(厚さ1000Å)をスパッタ法によって形成し、これをエッチングして画素電極614を形成した。(図6(E))

【0044】以上の工程によってアクティブマトリクス回路の画素トランジスタを形成することができた。このような素子をマトリクス状に配置すれば、アクティブマトリクス回路ができる。本実施例では、レーザーとして、KrFエキシマレーザーを用いたが、その他のレーザーを用いてもよいことはいうまでもない。

【0045】

【発明の効果】TFTの活性層となるべき島状の珪素膜に基板に吸収されない波長の強光を酸化雰囲気中で照射し、あるいは基板にソリや縮みをもたらさない温度で酸化雰囲気中でアニールすることによって、活性層の表面に緻密でピンホールのない、厚さの様な薄い熱酸化膜を形成し、さらにこれに公知のCVD法、PVD法によ

って厚い絶縁膜を形成することによって、ゲイト絶縁膜の特性と信頼性を著しく高めることができた。

【0046】実施例においては相補型のTFT回路のみを取り上げたが、アクティブマトリクスに用いられるTFTにも応用できることは明らかであろう。本発明によって、従来は石英のような高価な基板を用いることによってのみ得られていた特性が、より安価な基板においても得られるようになった。このように本発明は産業上の利益が大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1のTFTの作製工程を示す。

【図2】 実施例2のTFTの作製工程を示す。

【図3】 実施例3のTFTの作製工程を示す。

【図4】 実施例1の温度設定例を示す。

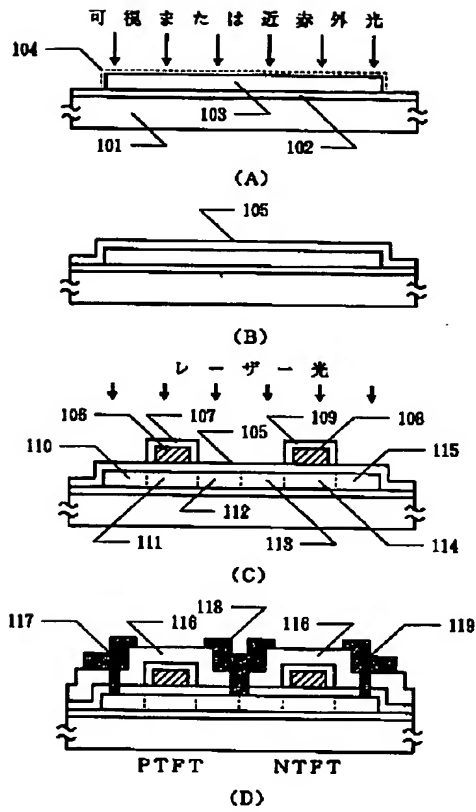
【図5】 従来のゲイト絶縁膜と本発明のゲイト絶縁膜の差を示す。

【図6】 実施例4のTFTの作製工程を示す。

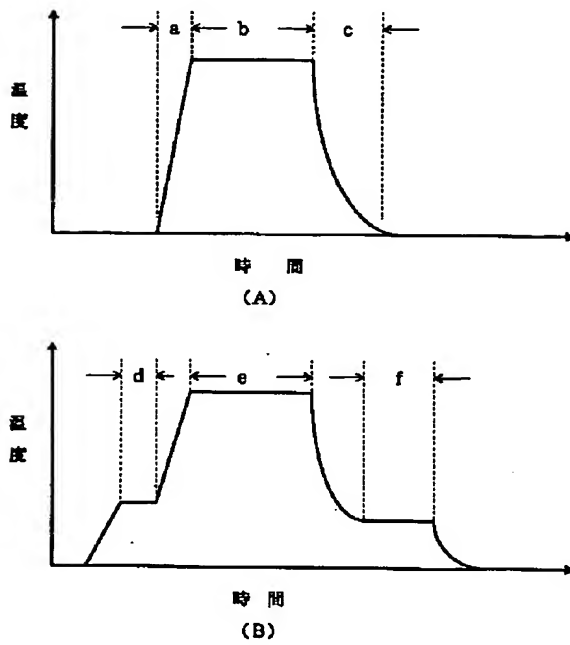
【符号の説明】

101	ガラス基板
102	下地膜(酸化珪素膜)
103	マスク
104	薄い熱酸化膜(酸化珪素)
105	ゲイト絶縁膜(酸化珪素)
106	ゲイト電極(アルミニウム)
107	陽極酸化層(酸化アルミニウム)
108	ゲイト電極
109	陽極酸化層
110	ソース(ドレイン)領域
111	チャネル形成領域
112	ドレイン(ソース)領域
113	ソース(ドレイン)領域
114	チャネル形成領域
115	ドレイン(ソース)領域
116	層間絶縁物
117	電極
118	電極
119	電極

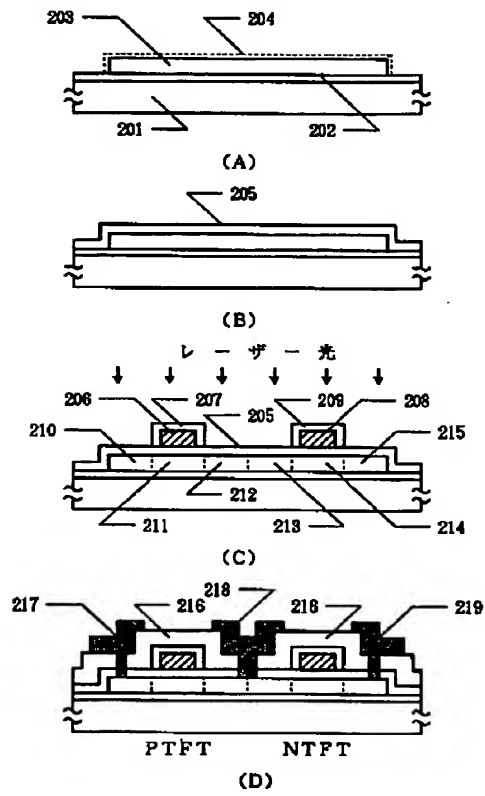
【図1】



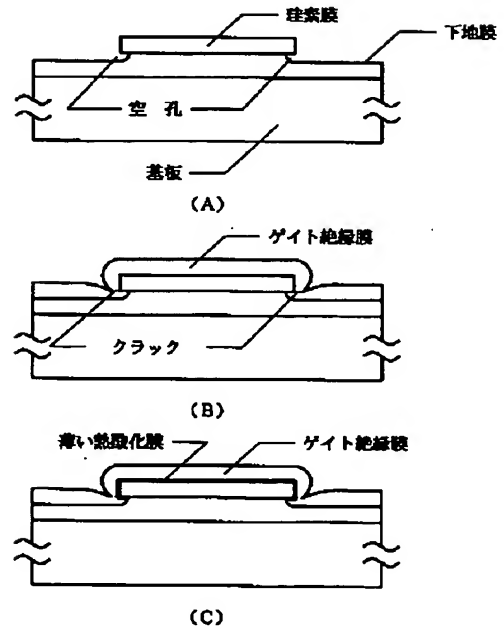
【図4】



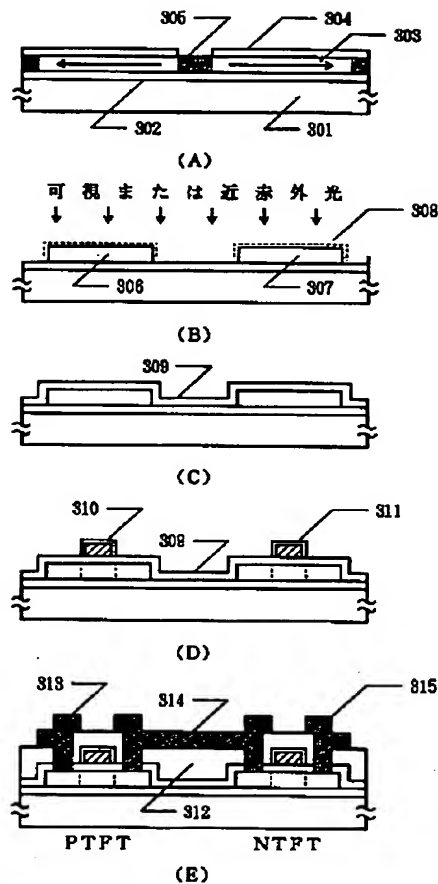
【図2】



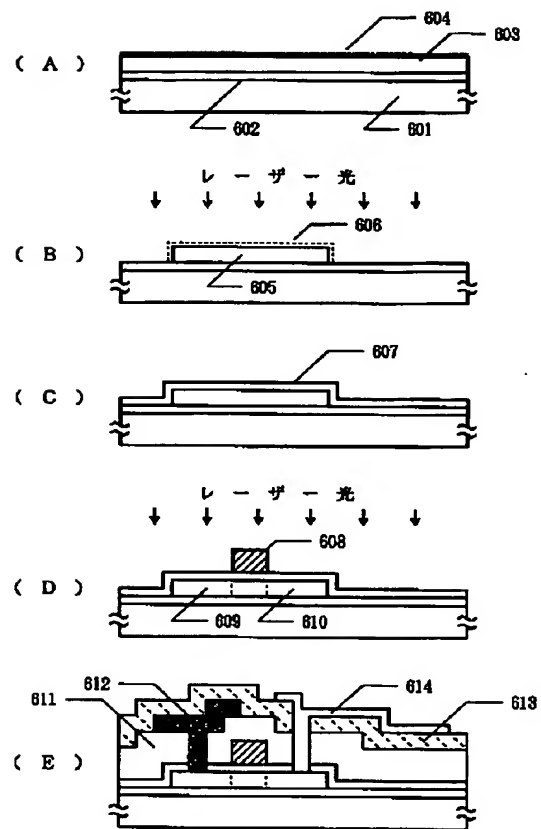
【図5】



【図3】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成13年1月31日（2001. 1. 31）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させて、パターニングし、パターニングした珪素膜上にTEOSと酸素とを用いてプラズマCVD法により絶縁膜を形成し、前記絶縁膜上にゲイト電極を形成し、前記パターニングした珪素膜中に不純物をドーピングし、前記パターニングした珪素膜に近赤外光から可視光にかけての光を照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項2】 前記近赤外光から可視光にかけての光

は、波長0.5 μ mから波長4.0 μ mの光である請求項1に記載の半導体装置の作製方法。

【請求項3】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜を結晶化させて、パターニングし、パターニングした珪素膜上にTEOSと酸素とを用いてプラズマCVD法により絶縁膜を形成し、前記絶縁膜上にゲイト電極を形成し、前記パターニングした珪素膜中に不純物をドーピングし、前記パターニングした珪素膜をランプアニールすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項4】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜の結晶化を助長する元素を前記非晶質珪素膜に添加し、前記元素を添加した前記非晶質珪素膜を加熱して、パターニングし、パターニングした珪素膜上にTEOSと酸素とを用いてプラズマCVD法により絶縁膜を形成し、前記絶縁膜上にゲイト電極を形成し、前記パターニングした珪素膜中に不純物をド

ーピングし、前記パターニングした珪素膜に近赤外光から可視光にかけての光を照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項5】 前記近赤外光から可視光にかけての光は、波長0.5 μm から波長4.0 μm の光である請求項4に記載の半導体装置の作製方法。

【請求項6】 絶縁表面を有する基板上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜の結晶化を助長する元素を前記非晶質珪素膜に添加し、前記元素を添加した前記非晶質珪素膜を加熱して、パターニングし、パターニングした珪素膜上にTEOSと酸素とを用いてプラズマCVD法により絶縁膜を形成し、前記絶縁膜上にゲイト電極

を形成し、前記パターニングした珪素膜中に不純物をドーピングし、前記パターニングした珪素膜をランプアニールすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項7】 前記元素はニッケルである請求項4乃至6のいずれかに記載の半導体装置の作製方法。

【請求項8】 前記元素はFe、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Cu、Zn、Au又はAgである請求項4乃至6のいずれかに記載の半導体装置の作製方法。

【請求項9】 前記基板はガラス基板である請求項1乃至8のいずれかに記載の半導体装置の作製方法。

フロントページの続き

(72)発明者 上原 弘
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72)発明者 竹村 保彦
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.